Занимательный компьютер

Компьютер пробует свои силы в прозе и поэзии

А.К. ДЬЮДНИ

Главное позаботиться о смысле, а звуки позаботятся о себе сами.

Льюис Кэрролл

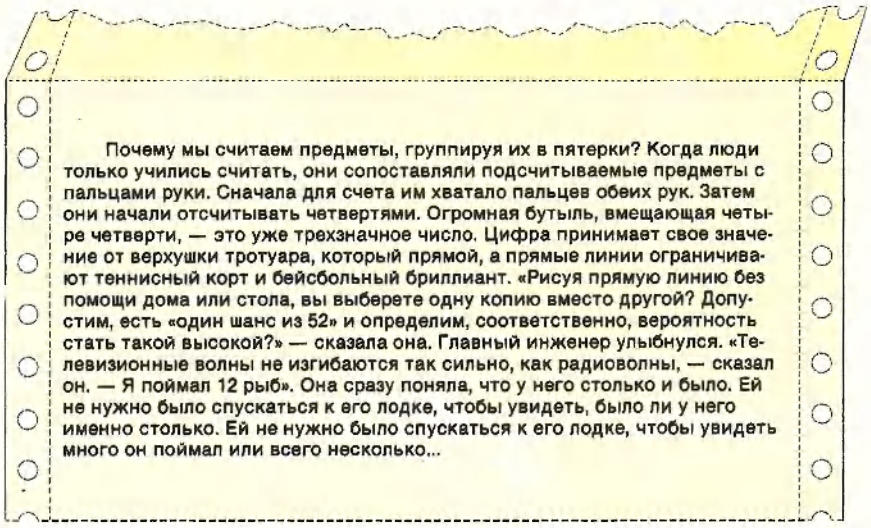
Приключения Алисы в стране чудес

Как справедливо заметил этот знаменитый оксфордский специалист по бессмыслице, в литературном творчестве семантика важнее, чем синтаксис. Качество литературных произведений определяется тем смыслом, который писатель вкладывает в свои творения. Компьютеры пока еще не способны мыслить и поэтому не могут позаботиться о смысле сочиняемых ими произведений. Однако, как показывает ряд уже существующих программ, они вполне способны позаботиться о «звуках». Можно ли считать такие сочинения искусством? Предоставим судить об этом читателям.

Возьмем, к примеру, сочинения программы MARK V. SHANEY, созданной двумя исследователями из компании AT&T Bell Laboratories, Брусом Эллисом (в настоящее время работающим в Сиднейском университете) и Доном П. Митчелом. Программа MARK V. SHANEY не совсем самостоятельна в своем творчестве. Сначала ей нужно дать почитать сочинение какого-нибудь другого автора и поразмыслить над ним. После этого программа выдает своеобразный комментарий по поводу прочитанного. В качестве примера я процитирую мысли, высказанные программой MARK V. SHANEY после прочтения элементарного учебника химии.

«Вымоем классную доску. Понаблюдаем, как она сохнет. Вода уходит в воздух. Когда вода уходит в воздух, она испаряется. Привяжем влажную тряпку к одному из концов твердого или жидкого тела. Посмотрим вокруг. Что представляют собой твердые тела? Что представляют собой лишь те тела, которые сами попадают в облака? При перемещении облаков воздух бросает крошечные капельки воды. Иногда это та вода, которая покидает тело в листьях зеленых растений. Она очень пористая, почти как губка. Однако стенки полых трубок и клеток очень крепки. Химические превращения происходят при горении...»

Характер комментария едва ли будет другим, если программа ознакомится с учебником по элементарной математике.



Почему мы считаем предметы, группируя их в пятерки? Когда люди только учились считать, они сопоставляли подсчитываемые предметы с пальцами руки. Сначала для счета им хватало пальцев обеих рук. Затем они начали отсчитывать четвертями. Огромная бутыль, вмещающая четыре четверти, — это уже трехзначное число. Цифра принимает свое значение от верхушки тротуара, который прямой, а прямые линии ограничивают теннисный корт и бейсбольный бриллиант. «Рисуя прямую линию без помощи дома или стола, вы выберете одну копию вместо другой? Допустим, есть «один шанс из 52» и определим, соответственно, вероятность стать такой высокой?» — сказала она. Главный инженер улыбнулся. «Телевизионные волны не изгибаются так сильно, как радиоволны, — сказал он. — Я поймал 12 рыб». Она сразу поняла, что у него столько и было. Ей не нужно было спускаться к его лодке, чтобы увидеть, было ли у него именно столько. Ей не нужно было спускаться к его лодке, чтобы увидеть много он поймал или всего несколько...

Математический комментарий программы MARK V. SHANEY

«Почему мы считаем предметы, группируя их в пятерки? Когда люди только учились считать, они сопоставляли подсчитываемые предметы с пальцами руки. Сначала для счета им хватало пальцев обеих рук. Затем они начали отсчитывать четвертями. Огромная бутыль, вмещающая четыре четверти, — это уже трехзначное число...»

Хотя смысл в произведениях программы MARK V. SHANEY явно отсутствует, звучат предложения вполне приемлемо. По общему впечатлению, все это слегка напоминает сумбур, который остается в голове не слишком прилежного ученика после поздней ночной зубрежки. В самом деле, начитавшись сочинений программы MARK V. SHANEY, я стал находить обычные тексты почти такими же странными и невразумительными!

Каким образом программа создает свои оригинальные произведения? На этот вопрос можно дать довольно простой ответ. Ключом тут является само название программы MARK V. SHANEY, пародирующее созвучный математический термин "Markov chain" — цепь Маркова. Если выражаться абстрактным научным языком, цепь Маркова — это последовательность символов, порождаемых в соответствии с таблицей вероятностей. В той версии этого понятия, которая используется программой MARK V. SHANEY, каждая строка таблицы соответствует паре символов. Элементы каждой строки таблицы состоят из символов, каждая пара которых соответствует определенной вероятности. Последовательность символов порождается алгоритмом, который, начиная с «цепи» из двух символов, циклически проходит через четыре простых шага:

1. Найти два последних символа в текущей цепи.
2. Выбрать строку таблицы, соответствующую этой паре символов.
3. Выбрать символ в строке в соответствии с его вероятностью.
4. Добавить выбранный символ, присоединив его к концу цепи.

Например, несколько первых элементов в таблице для цепи Маркова относительно символов A, B, C и D могут выглядеть следующим образом:

$AB : B\ (0.1)\ C\ (0.1)\ D\ (0.8)$
$AC : A\ (0.1)\ B\ (0.2)\ C\ (0.1)\ D\ (0.6)$
$AD : B\ (0.4)\ D\ (0.6)$
$BA : B\ (0.3)\ C\ (0.4)\ D\ (0.3)$
$BB . A\ (0.5)\ C\ (0.5)$
$\vdots$

Если в качестве исходной пары символов взять AB, то алгоритм с веро-

ятностью 10% выберет B, с вероятностью 10% выберет C и с вероятностью 80% — D в качестве следующего символа цепи. Каким образом алгоритм выбирает символ в зависимости от вероятностей? Он делит интервал между 0 и 1 на сегменты, длина которых соответствует вероятностям отдельных символов. Затем он выбирает случайное число в диапазоне между 0 и 1 и определяет, в какой сегмент оно попало.

Для строки AB в приведенной выше таблице вероятности символов B, C и D соответственно находятся в диапазонах между 0 и 0.1, между 0.1 и 0.2 и между 0.2 и 1.0. Предположим далее, что генератор случайных чисел компьютера выдал число 0.0172. Поскольку это число лежит в первом диапазоне, в качестве следующего символа цепи будет выбрано B. Таким образом, цепь будет состоять из символов ABB. Теперь алгоритм обратится к строке BB, чтобы выбрать четвертый символ цепи. Здесь опять в работу вступает генератор случайных чисел. Если порожденное им число меньше или равно 0.5, то в качестве следующего символа выбирается A, в противном случае алгоритм выбирает C. Ввиду того что результат каждой операции выбора случаен, алгоритм, начиная работу с одной и той же исходной пары символов, может построить совершенно различные цепи.

Описанный алгоритм был в действительности применен в 40-х годах Клодом Е. Шенноном из фирмы Bell Laboratories в целях анализа информации, содержащейся в текстах естественного человеческого языка. Он построил таблицы вероятностей алгоритма, просматривая обычные тексты и подсчитывая частоту появления каждой буквы после каждой возможной пары предшествующих знаков (включая пробелы). После того как частоты встречаемости каждого знака в данном тексте подсчитаны, их нетрудно перевести в соответствующие вероятности. Марковские цепи символов, построенные таким образом, по своим статистическим свойствам были схожи с исходным текстом, хотя и редко содержали грамматически правильные слова. Каким же образом программа MARK V. SHANEY применяет марковские цепи, создавая последовательности из правильных слов английского языка?

Фокус заключается в том, чтобы применять алгоритм Шеннона для марковских цепей сразу к целым словам, а не к составляющим их отдельным буквам. По мере того как программа MARK V. SHANEY просматривает текст, она составляет таблицу частот для всех слов, следующих за каждой парой слов, которые встречаются в тексте. Затем, основываясь на подсчитанных частотах, программа начинает свою вероятностную болтовню на тему прочитанного текста.

Ключевым свойством программы является, в частности, то, что она воспринимает любой знак препинания, непосредственно следующий за словом, как часть этого слова. Благодаря указанному свойству она может строить предложения, имеющие начало и конец. Приблизительно половина из них оказывается грамматически правильной*. Невольно содрогаешься при мысли о том, что могла бы сочинить эта программа, просмотрев данную статью.

На самом деле, кое-кто уже содрогался от мыслей, высказанных программой MARK V. SHANEY, одни с гневом, другие с улыбкой. Несколько лет назад Эллис решил подключить свою программу к компьютерной сети. Жертвами ее критического анализа стали невинные пользователи сети, которые «подписались» на электронный бюллетень под названием "net. singles". Бюллетень предоставляет свои страницы научным работникам, инженерам, программистам и аспирантам со всех концов страны, давая им возможность высказаться по самым различным вопросам, таким как назначение свиданий, употребление косметики и личные взаимоотношения. Почему бы не дать программе почитать эти заметки и не высказать свои собственные «мысли» по затронутым там вопросам? Привожу некоторые наиболее глубокомысленные комментарии программы.

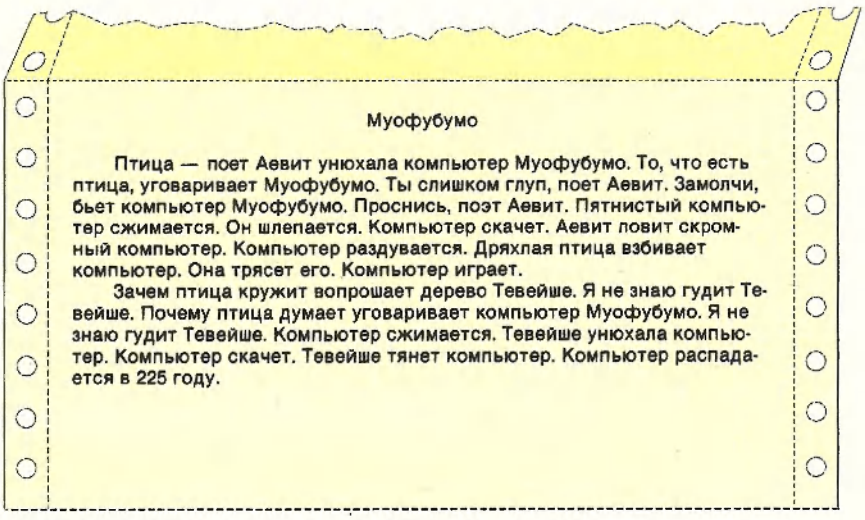
«Когда я встречаюсь с людьми на деловой почве, у меня возникает желание, чтобы они выбрили свои руки. На конференции, состоявшейся несколько недель тому назад, я провела интересный вечер с крупинкой соли. Я бы никогда не посмела принимать их всерьез! Это возвращает меня к мысли о наглецах, которые осмеливаются заставлять других поступать так или не так. Я обожаю пламенный спор, возможно больше, чем кто-либо другой...

Я хочу затронуть новую тему: у кого-нибудь есть предложения? Есть ли у кого-нибудь еще опыт высказываться по вопросу или на тему о смешанных супружеских парах, женатых или нет, о дискриминации вперед или в обратном направлении и о тенях для век? Возможно, в этом заключаются истоки косметики, хотя это и стоит почитать, не говоря уже о том, чтобы осудить другого человека за то, что он читает это или нет? Бог ты мой!»

К мыслям, высказанным новым корреспондентом бюллетеня, читатели отнеслись по-разному. Серьезные люди почувствовали какую-то насмешку. Разъяренные, они потребовали, чтобы кто-нибудь «заткнул» программу MARK V. SHANEY с ее чудовищным бредом. Другие же почти восторженно спрашивали, не является ли эта программа секретной разработкой по искусственному интеллекту, которую испытывают в среде человеческого общения. Возможно, кое у кого даже сложилось впечатление, что под именем MARK V. SHANEY скрывается человек, страдающий шизофренией и отчаянно ищущий родственную душу.

Но если бы цель компьютерной

* Следует заметить, что написать аналогичную программу для текстов русского языка значительно сложнее. Она должна была бы учитывать родовые и падежные окончания слов, отсутствующие в английском языке. — *Прим. перев.*

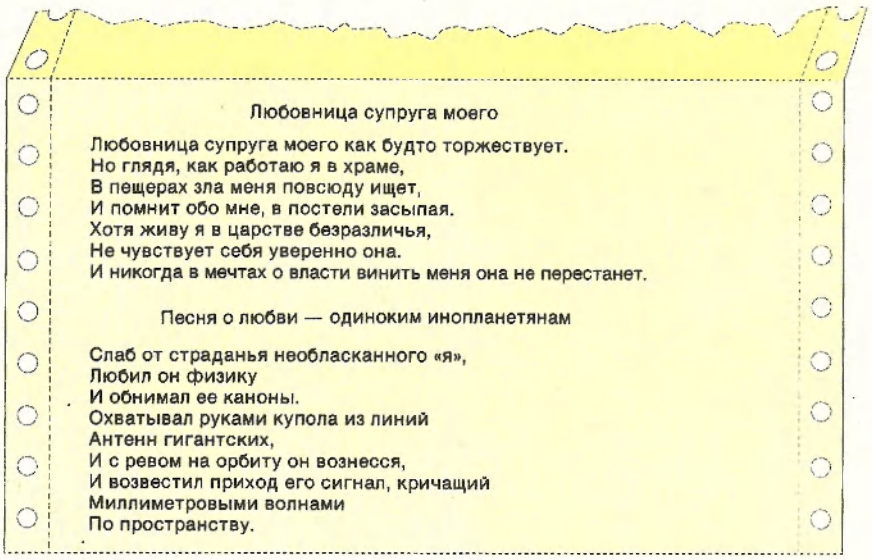


Муофубумо

Птица — поет Аевит унюхала компьютер Муофубумо. То, что есть птица, уговаривает Муофубумо. Ты слишком глуп, поет Аевит. Замолчи, бьет компьютер Муофубумо. Проснись, поэт Аевит. Пятнистый компьютер сжимается. Он шлепается. Компьютер скачет. Аевит ловит скромный компьютер. Компьютер раздувается. Дряхлая птица взбивает компьютер. Она трясет его. Компьютер играет.

Зачем птица кружит вопрошает дерево Тевейше. Я не знаю гудит Тевейше. Почему птица думает уговаривает компьютер Муофубумо. Я не знаю гудит Тевейше. Компьютер сжимается. Тевейше унюхала компьютер. Компьютер скачет. Тевейше тянет компьютер. Компьютер распадается в 225 году.

Рассказ программы MELL Фернера



Любовница супруга моего

Любовница супруга моего как будто торжествует.
Но глядя, как работаю я в храме,
В пещерах зла меня повсюду ищет,
И помнит обо мне, в постели засыпая.
Хотя живу я в царстве безразличья,
Не чувствует себя уверенно она.
И никогда в мечтах о власти винить меня она не перестанет.

Песня о любви — одиноким инопланетянам

Слаб от страданья необласканного «я»,
Любил он физику
И обнимал ее каноны.
Охватывал руками купола из линий
Антенн гигантских,
И с ревом на орбиту он вознесся,
И возвестил приход его сигнал, кричащий
Миллиметровыми волнами
По пространству.

Программы POETRY GENERATOR (вверху) и THUNDER THOUGHT (внизу) бросают вызов литераторам

прозы заключалась лишь в том, чтобы заставить людей поверить, что произведение было написано психически нормальным человеком, то, по-видимому, продукцию программы MARK V. SHANEY следовало бы расценивать как неудачу. Программа MELL, детище Бонни В. Фернера из Пискетуэя (шт. Нью-Джерси), подошла ближе к достижению этой цели. MELL сочиняет необычные научно-фантастические рассказы, в которых присутствует элемент медитации.

«Воин нахмурился в порывах суховея. Он любит себя в суховее. Он формирует себя в суховее. Он грозно смотрит на воина Дугаки в порывах суховея. Он зовет ее в суховее. Он рычит на нее в суховее. Он садится рядом с ней помимо понимания. Он хватает ее.

О, я могуч, говорит Обан. Он душит ее в суховее. Он выбивает ее из бирюзы...

Обан убивает Дугаки. У него это от бирюзы. Он уставился на нее в порывах суховея. Он зовет ее в порывах суховея. Он рычит на нее в суховее. Он садится рядом с ней помимо жадности. Он хватает ее. Он душит ее в суховее. Он выбивает ее из бирюзы. Это нужно ему под ударом молнии. Его тело горит под ударом молнии...»

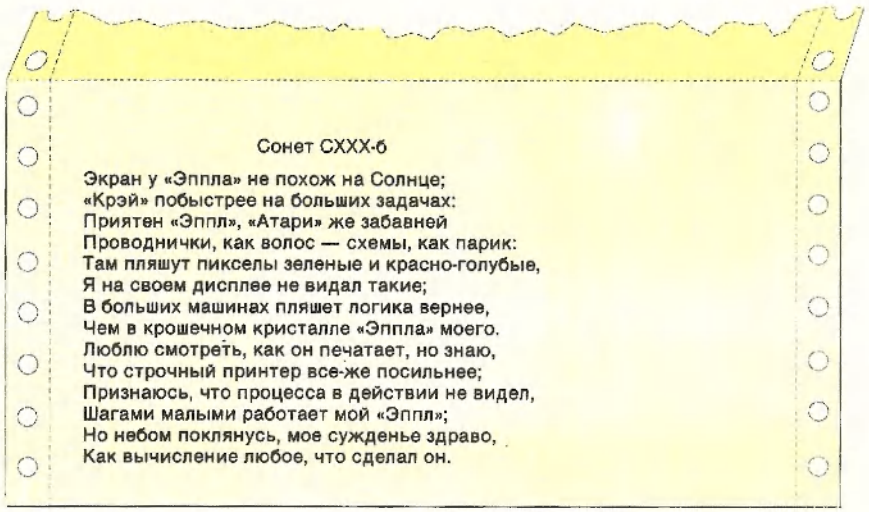
Программа MELL состоит приблизительно из 1500 строк на языке Бейсик. По сравнению с MARK V. SHANEY программа Фернера сложнее даже по своей концепции. Главный цикл программы порождает двух персонажей, характеризуемых при помощи 16 случайно выбираемых «описателей», значения которых определяются такими свойствами, как рост, внешняя привлекательность, род занятий, возраст и состояние здоровья, запах, приверженность идее (от безразличия до фанатизма) и обладание магическими способностями.

Выбрав имена и качества, которыми обладают персонажи рассказа, главный цикл программы определяет мотивы, движущие персонажем, анализируя значения различных его описателей. Если у одного из описателей персонажа оказывается низкое значение, MELL основывает на этом факте взаимоотношения данного персонажа с другими. Если ни у одного персонажа не находится описателя с низким значением, программа MELL рещает вопрос о характере взаимоотношений данного персонажа с другими, исходя из рода его занятий. При каждом прохождении главного цикла программа порождает несколько предложений, описывающих персонажи, путем подстановки названий свойств в заранее заготовленные грамматические ячейки. В порождаемых таким образом произведениях присутствует также и то, что Фернер называет «фоновыми» словами.

Например, в рассказе, который мы только что процитировали, фоновое слово «суховей» задает сцену действия. В результате это слово всплывает во многих предложениях. После того как сформирован очередной абзац, который описывает действие, совершаемое одним из персонажей, весь процесс повторяется сначала. От цикла к циклу программа может изменять качества, присущие персонажу. Благодаря этому приему сюжет (если о нем вообще можно говорить) становится менее однообразным.

Ну а как дело обстоит с компьютерной поэзией? Может быть, стихи даются компьютеру легче, чем проза? Едва ли, потому что смысл, вкладываемый в стихотворные формы, обычно отличается значительно большей концентрацией по сравнению с прозой. Из трех поэтически настроенных программ, обсуждаемых в настоящей статье, лишь программа POETRY GENERATOR (генератор стихов), написанная Розмари Уэст из Мишшен-Хиллза (шт. Калифорния), является полностью автоматизированной. На завершающей стадии работы двух других программ требуется вмешательство человека. Уэст описывает свою программу следующим образом:

«Мой подход... основан на исполь-



Сонет CXXX-б

Экран у «Эппла» не похож на Солнце;
«Крэй» побыстрее на больших задачах:
Приятен «Эппл», «Атари» же забавней
Проводнички, как волос — схемы, как парик:
Там пляшут пикселы зеленые и красно-голубые,
Я на своем дисплее не видал такие;
В больших машинах пляшет логика вернее,
Чем в крошечном кристалле «Эппла» моего.
Люблю смотреть, как он печатает, но знаю,
Что строчный принтер все-же посильнее;
Признаюсь, что процесса в действии не видел,
Шагами малыми работает мой «Эппл»;
Но небом поклянусь, мое сужденье здраво,
Как вычисление любое, что сделал он.

Сонет, написанный неизвестным автором в содружестве с программой ORPHEUS

зовании богатого словаря слов и фраз, которые выбираются случайным образом, и из них формируются словосочетания согласно набору грамматических правил. Рассмотрим, например, следующее четверостишие: "Дерево погружает голые пальцы / в черное озеро льда / словно три серых гуся / сползают по снежному склону".

Каждую строку стихотворения можно разбить на несколько частей... Дерево — подлежащее; опускает — сказуемое; голые пальцы — дополнение. Определив части, я могу вместо них подставлять другие слова из многочисленного (от 100 до 400) набора для каждой части. Эти подстановки выбираются компьютером случайным образом. Например, воспользовавшись той же стихотворной структурой, я могла бы получить другое четверостишие: "Женщина прячет пять серых котят / под старым ржавым рыдваном / и тут же печальные клоуны / входят в ваш музей страданий"».

Стихотворные структуры, на которые программа POETRY GENERATOR навешивает свои слова, могут варьировать довольно широко, придавая определенное разнообразие как синтаксису, так и тому, что можно было бы понимать под смыслом стихотворения. В какой-то степени продукция программы основана на структурах, которые Уэст применяет в своих собственных стихах, частично опубликованных.

По мнению Томаса А. Истона из Белфаста (шт. Мэн) лучший способ применения компьютера для сочинения стихов заключается в симбиозе человека и машины. Он написал полуавтоматизированную программу под названием THUNDER THOUGHT, которая генерирует идеи для стихотворений. И опять я предоставляю слово автору программы:

«Я считаю, что творческий ум имеет две составляющие: поверхностный ум и критический ум. Первый генерирует случайные комбинации тех слов, мыслей и образов, которые в данный момент находятся в фокусе его внимания (но с участием и периферийного материала, благодаря чему поверхностный ум не перестает нас удивлять). Затем критический ум сбрасывает, подобно мусору, большую часть из того, что создает поверхностный ум, редактирует, разворачивает и уточняет оставшуюся часть, преобразуя ее в стихотворение».

Опираясь на внутренние списки существительных, глаголов, прилагательных и наречий, программа THUNDER THOUGHT действует примерно так же, как и программа Уэст POETRY GENERATOR. Она вставляет слова в скелетные структуры предложений и порождает то, что Истон рассматривает как поэтический полуфабрикат, который затем шлифуется человеком.

«Промежуточные результаты выглядят неграмотным, бессмысленным, смехотворным мусором... но не всегда. Среди многих строчек мусора обязательно попадется несколько привлекающих внимание. В них присутствует смысл (или, во всяком случае, кажется, что присутствует). Возникает желание покрутить их так и сяк. Затем к двум строчкам естественно напрашивается третья, а к ним начинаешь подыскивать и другие строки, подходящие по стилю. Немножно редактирования, интерполяции, шлифовки и — вуаля! — стихотворение готово».

Пользуясь этим методом, Истон написал около 110 стихотворений, 32 из которых были опубликованы — причем некоторые были напечатаны в литературных журналах. Такой процент, по его словам, заставит позеленеть от зависти многих настоящих поэтов.

И наконец, последнее слово в обсуждении компьютерной поэзии мы предоставим программе ORPHEUS, которая была разработана поэтом Майклом Ньюменом из Нью-Йорка. Программа задает жесткую структуру в том или ином поэтическом стиле. В эту структуру человек может вставлять слова по своему выбору. По существу, ORPHEUS — это программа обработки текстов («обработки стихов», как говорит Ньюмен), которая закладывает строки по своему вкусу и завершает их с помощью словаря рифм. Настроив, например, программу на стиль сонета, можно написать следующую пару строк (имитируя 130-й сонет Шекспира):

My Apple' s screen is nothing like the sun;
The Cray is faster far on problems big:
(Экран у «Эппла» не похож на солнце;
«Крэй» побыстрее на больших задачах:)

Поскольку первая строка заканчивается словом "sun" (солнце), программа заглядывает в свой словарь рифм и высвечивает несколько слов, рифмующихся со словом sun: bun, done, fun, gun и т. д. Проглядывая их, человек может остановить свое внимание на слове "fun" (забава). Есть ли какой-нибудь компьютер, работать с которым было бы забавнее, чем с компьютером «Эппл» (Apple)?

По ассоциации с компьютерными играми невольно вспоминаешь компьютер «Атари» (Atari) и, таким образом, возникает третья строка:

If Apple pleasant be, th' Atari is more fun;
(Приятен «Эппл», «Атари» же забавней).

Первое четверостишие завершается выбором слова "wig" (парик), которое рифмуется со словом "big" из второй строки.

If wires be hairs, her circuits are a wig:
(Проводинички, как волос — схемы, как парик)

Полностью перевод сонета приведен внизу на с. 90.

ИТАЛЬЯНСКИЕ студенты, биржевые маклеры из Сингапура и американские физики присоединились к растущему сообществу поклонников множества Мандельброта — и все это благодаря путешествию, совершенному на Манделобусе, о чем речь шла в апрельском номере журнала. Попытки изложить в общедоступной форме основной алгоритм итераций окупились возросшим количеством пассажиров на линиях Манделобуса и даже ростом числа наших читателей. И все же, как показывает ряд писем, остались кое-какие неясности. Заметим, в частности, что лишь первая остановка Манделобуса проверяется на принадлежность точки множеству Мандельброта. Последующие остановки могут оказаться внутри или вне множества, но если хоть одна из них окажется удаленной от центра более чем на 2 единицы, первая остановка будет автоматически исключена из множества Мандельброта.

Читатели, попытавшиеся посетить область множества Мандельброта, которую А. Ламанс называет «каналом любви», были разочарованы, увидев там пустоту. Дело в том, что координаты области были указаны ошибочно. Если приставить знак минус к первой из указанных координат, то читатели попадут как раз на то место, где находится этот знаменательный источник загрязнения окружающей среды.

Возможно, на меня произвело слишком сильное впечатление увеличенное в 54 000 изображение «морского конька», полученное К. Филипом из Фэрбенкса (Аляска). Такое увеличение — далеко не предел возможностей компьютера. В самом деле, увеличения такого порядка стали уже почти привычными для Д. Филипа из Скенектади (шт. Нью-Йорк) и его брата Кена. Филип из Скенектади пишет: «Когда я был в ноябре в Фэр-

бенксе компьютер моего брата "Мас II" построил изображение карлика [множество Мандельброта] с увеличением 2×10^{51}. Вот это действительно достижение».

Кстати, П. Гаррисон из Лос-Анджелеса объясняет, что арифметика с двойной точностью, имеющаяся в большинстве персональных компьютеров (в этом режиме число битов в машинном слове удваивается), на самом деле более чем вдвое увеличивает разрешающую способность компьютера. В действительности мощность возрастает вдвое с каждым лишним битом в представлении слова. Поэтому при помощи еще большей точности, достигаемой при использовании специальных аппаратных и программных средств, можно добиться чрезвычайно высокого разрешения.

В конце статьи я упомянул о новом быстром алгоритме вычисления множества Мандельброта, который был описан У. Фишером в книге «Наука о фрактальных изображениях» (The Science of Fractal Images, by Y. Fisher). У. Кливленд из AT&T Bell Laboratories написал, что в действительности алгоритм был разработан У. Терстоном и А. Уилксом. По словам Кливленда, новый алгоритм не только быстрее, он строит более точные изображения множества по сравнению со стандартным алгоритмом. Как говорит Кливленд: «Если вы сядете на Манделобус в компании с алгоритмом Терстона — Уилкса, окрашивающего пейзаж (в черно-белом изображении), перед вами откроется новый, более реалистичный мир».

О новом способе исполнения прекрасных изображений множества, который основан, впрочем, на традиционном подходе, сообщил мне К. Ньюджент из Сиэтла. Благодаря этому приему можно наблюдать множество в виде тонкого барельефа, напоминающего спрессованные и окаменевшие останки инопланетных организмов. Хотя изображения одноцветны, они не уступают по красоте цветным исполнениям благодаря удивительному эффекту «осязаемости»; у наблюдателя создается ощущение, что он может пощупать деликатные завитушки. Этот эффект достигается за счет того, что крошечные, тончайшие узоры множества издали выглядят так, будто они подсвечены сбоку.

Идея, на которой основан этот прием, заключается в том, чтобы поделить экран на диагональные линии пикселов, протягивающиеся от левого верхнего угла экрана к правому нижнему. Если порядковый номер итерации, вычисляемый для каждого пиксела, рассматривается как «высота» пиксела, то воображаемый источник света, находящийся в левом верхнем углу экрана, будет порождать «тени» на определенных пикселах в зависимости от высоты соседних, лежащих на данной диагонали (идущей влево и вверх) пикселов. На четных диагоналях пиксел окрашивается в черный цвет только в том случае, если высота соседнего пиксела строго больше его собственной; на нечетных же диагоналях пикселы окрашиваются в черный цвет и тогда, когда соседний пиксел имеет такую же высоту. Поэтому на «плато» множества Мандельброта (т. е. в областях, где счетчики итераций пикселов имеют одинаковые значения) окраска диагональных линий чередуется. В увеличенном виде плато выглядит, как шахматная доска. «Чтобы они стали серыми, — говорит Ньюджент, — просто выбросьте свой микроскоп».

Наука и общество

Вновь к вопросу об АЭС

С одной стороны, события, казалось бы, складываются в пользу ядерной энергетики. Жарким летом прошлого года поставщики электроэнергии в некоторых районах США были вынуждены снизить обычное напряжение, чтобы обеспечить работу всех кондиционеров. Подобно этому менее яркие, чем обычно, улицы городов и витрины магазинов отражают тот факт, что потребность в электроэнергии в США за последние два года увеличилась на 5%. Между тем наслышанные о кислотных дождях, парниковом эффекте и других воздействиях на окружающую среду, обусловленных непомерным выбросом в атмосферу продуктов сжигания природного топлива, люди со всей очевидностью поняли, что эти побочные эффекты представляют собой большую опасность, чем ядерные реакторы. Общественный опрос, проведенный вскоре после того, как из принадлежащего компании Exxon танкера «Valdez» в море вылилось около 40 000 т нефти у берегов Аляски, показал, что «для удовлетворения растущей в США потребности в электроэнергии» люди предпочитают использование ядерной энергии сжиганию нефти или угля. Как ни странно, но и политики, и ученые, которые когда-то остерегались высказываться в пользу ядерной энергетики, теперь призывают к расширению ее масштабов. Как говорится в редакционной статье газеты «New Republic», «все, даже Пит Сигер, готовы пересмотреть свое отношение к ядерной энергии».

С другой стороны, Пит Сигер, вероятно, не мог бы финансировать строительство атомного реактора, а те ведомства, которые в состоянии это сделать, а именно коммунальные предприятия и те, кто предоставляет им капитал, все еще считают, что вкладывать средства в атомную энергетику рискованно, даже очень рискованно. Как сказал Герберт Яффе из Ассоциации вкладчиков капитала в коммунальные предприятия Нью-Йорка, «сейчас ни одна из коммунальных служб не стала бы связываться с этим». Что же касается самого инвестиционного сообщества, то оно, как сказал К. Селигсон из Kidder Peabody Company, «не пошло бы навстречу ни одному коммунальному предприятию, которое вознамерилось бы построить сейчас реактор». Это отношение изменится только тогда, заметил Селигсон, когда способ строительства атомных электростанций и управление ими «будут пересмотрены на сто процентов».

В США в настоящее время эксплуатируются 110 АЭС, которые производят около 20% всей вырабатываемой в стране электроэнергии. Большее количество (57%) производят лишь тепловые электростанции, работающие на угле. Однако за последние десять лет не было заказано ни одного нового реактора, а 108 заказов были аннулированы. Одной из причин был очень медленный рост потребления электроэнергии: за последние годы коммунальные предприятия стали неохотно вкладывать средства в мощные электрогенераторы любого типа. Другая причина — экономические показатели ядерной энергетики. По данным Ч. Комаоффа из Энергетической ассоциации Комаоффа, консультативной фирмы в Нью-Йорке, за последние 20 лет реальные расходы на строительство АЭС увеличились в 6 раз и достигли 4000 долл. на 1 кВт вырабатываемой электроэнергии, что в несколько раз выше удельных затрат на строительство тепловой электростанции, работающей на природном топливе.

Главным преимуществом ядерных